

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05217835
 PUBLICATION DATE : 27-08-93

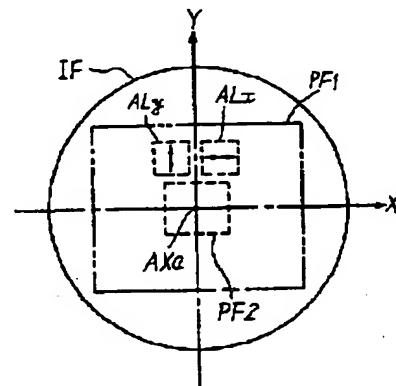
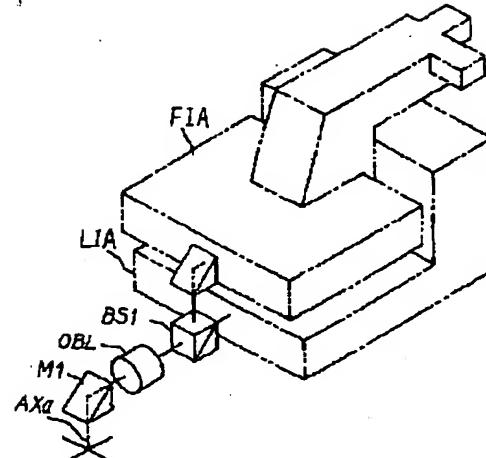
APPLICATION DATE : 31-01-92
 APPLICATION NUMBER : 04016589

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : NISHI TAKECHIKA;

INT.CL. : H01L 21/027 G03F 9/00

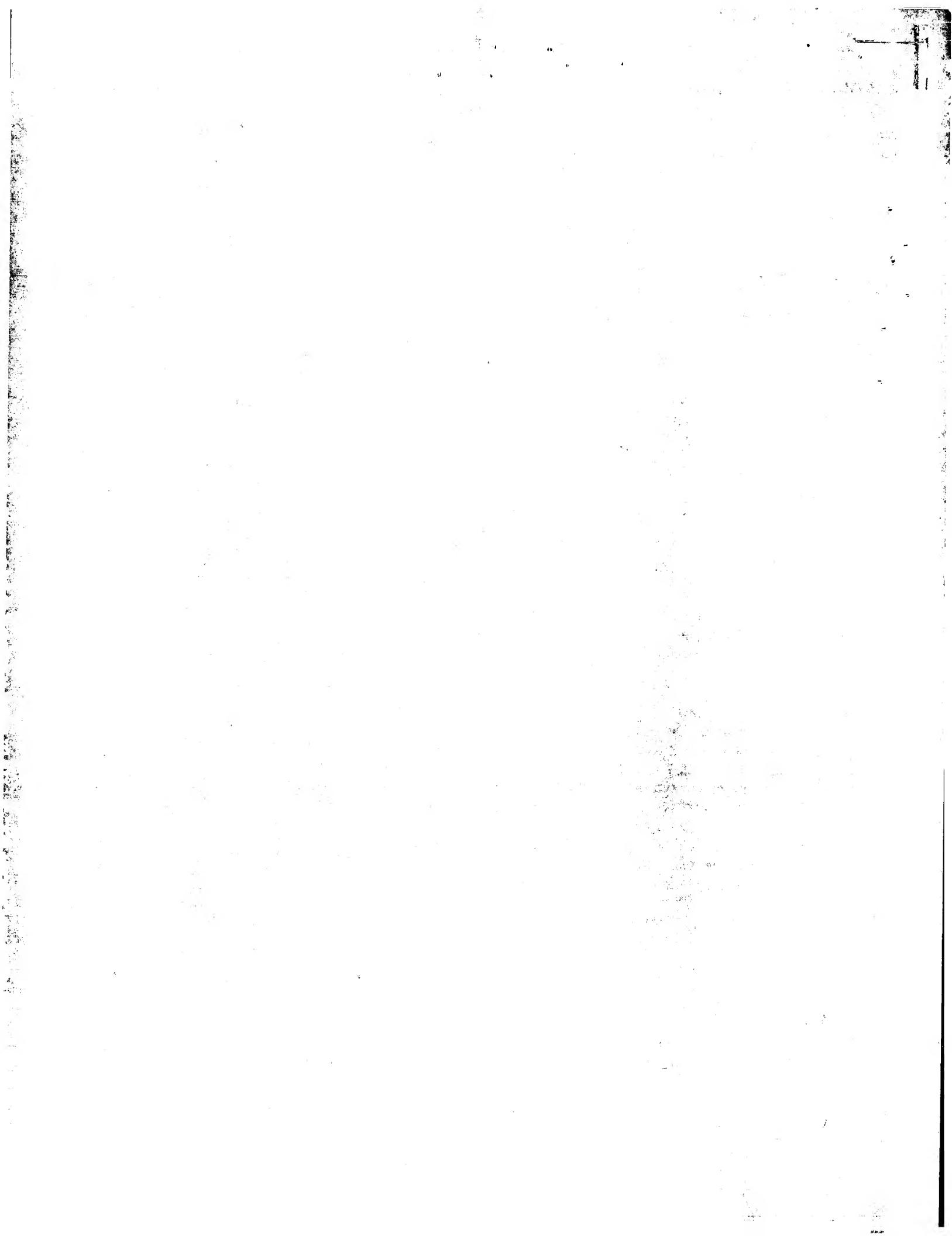
TITLE : ALIGNMENT APPARATUS



ABSTRACT : PURPOSE: To detect a mark with high accuracy and at high speed by a method wherein detection ranges of two alignment systems whose detection system mutually differ are separated from each other within the field of view of an object optical system for alignment use.

CONSTITUTION: A first photodetection system FIA and a second photodetection system LIA whose optical detection system with reference to reflected light from a mark is different are installed as photodetection systems. A separation means (variable magnification, diaphragm plate) which prescribes that a detection range PE2 by means of the first photodetection system FIA and detection ranges AL_x, AL_y by means of the second photodetection system LIA are separated from each other is installed within the angle of field of an object optical system. Thereby, when a mark pattern on an object is detected, two different alignment systems can be used alternately only by moving the object between the two detection ranges. As a result, a mark detection and a dislocation measurement can be performed at high speed.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-217835

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.CL⁵
H 01 L 21/027
G 03 F 9/00

識別記号 庁内整理番号
H 7818-2H
7352-4M
7352-4M
7352-4M

F 1
H 01 L 21/30
301 M
311 H
311 M

審査請求 未請求 請求項の数4(全15頁)

(21)出願番号 特願平4-16589
(22)出願日 平成4年(1992)1月31日

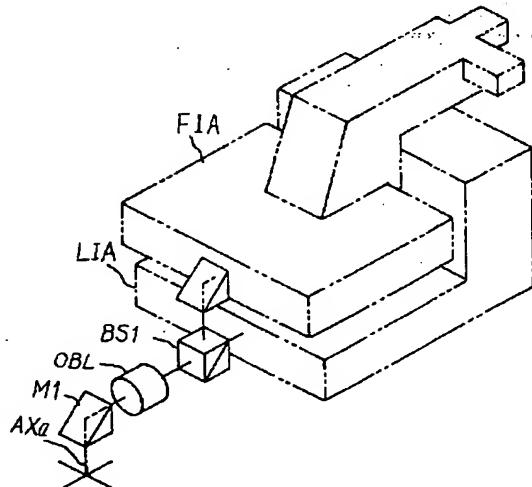
(71)出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72)発明者 西 健爾
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

(54)【発明の名称】 アライメント装置

(57)【要約】

【目的】 基板上のマークを、互いに異なる検出方式のアライメントセンサーで交互に高速に検出する。

【構成】 共通の対物レンズを介して2つのアライメントセンサーで基板上のマークを検出するために、2つのアライメントセンサーの各検出範囲を対物レンズの視野領域内で互いに分離させて並置する分離手段(視野絞り、変倍系)を設ける。



て分割された光ファイバー 16 Aからの照明光は、ミラー M 2で反射されてビームスプリッタ BS 1に入射する。その後、照明光は対物レンズ OBL、ミラー M 1を介してウェハ上の所定領域（例えば図 3 中の小さな領域 PF 2内）を照明する。このウェハ用の照明送光路において、絞り板 21 Aはレンズ系 23 Aと対物レンズ OBLとの合成系に関してウェハと共に（結像関係）になっている。従って FIA 系によるウェハに対する照明領域は絞り板 21 Aに形成された開口形状及び寸法で一義的に決まる。

【0020】そして光ファイバー 16 Aからの照明光によって照射されたウェハからは反射光（正規反射光、散乱光等）が発生し、この反射光はミラー M 1、対物レンズ OBL、ビームスプリッタ BS 1、ミラー M 2を介してビームスプリッタ BS 2に対し、ここで反射光の一部（約 1/2）が検出光学系の方に進む。検出光学系はレンズ系 24、ミラー 25、指標板 26、撮像用のリレーレンズ系 27、31、ミラー 28、及びビームスプリッタ BS 3で構成され、ビームスプリッタ BS 3はウェハからの反射光を x 方向検出用のテレビカメラ（CCD）8 X と、y 方向検出用のテレビカメラ（CCD）8 Y との夫々に分け、各テレビカメラ 8 X、8 Y の撮像面上にウェハ表面のパターンの像（マーク像）を形成する。

【0021】ここで指標板 26 は、対物レンズ OBL とレンズ系 24 との合成系に関してウェハと共に配置され、さらに指標板 26 と各テレビカメラ 8 X、8 Y とはリレー系 27、31 に関して互いに共役に配置される。その指標板 26 は透明板の上にクロム層等で指標パターンを形成したものであり、ウェハ上のマークの像が形成される部分は透明部のままである。従ってカメラ 8 X、8 Y は指標板 26 の透明部に結像したウェハマークの中像と、指標パターンの像とを同時に受光する。

【0022】ところで、先の図 3 で示したように、FIA 系には変倍機能が設けられているが、図 5 の系では指標板 26 とテレビカメラ 8 X、8 Y との間の結像光路中に変倍光学系 30 を挿脱可能に設けることで、それに対応した。またリレー系 27、31 の光路中には波長フィルター（特定帯域をカットするフィルター）29 も挿脱可能に設けられているが、この波長フィルター 29 は LIA 系を使用したときにウェハで反射してくる強いレーザ光の波長成分をカットするためのものである。

【0023】さらに図 5 の系においては、指標板 26 を独立に照明するための照明系が設けられる。この照明系は光ファイバー 16 B、コンデンサーレンズ 20 B、照明視野絞り板 21 B、ミラー 22 B、及びレンズ系 23 B で構成され、レンズ系 23 B から射出する照明光は、ビームスプリッタ BS 2 に関してウェハ照明光路と反対側からビームスプリッタ BS 2 に入射する。このため光ファイバー 16 B からの照明光はビームスプリッタ BS 2 で反射してレンズ系 24、ミラー 25 を介して指標板

26 に達する。この系で、絞り板 21 B はレンズ系 23 B、24 の合成系に関して指標板 26 と共に配置され、光ファイバー 16 B は絞り板 21 B をケーラー照明する。

【0024】ここで各系の機能を明確にすめため、ビームスプリッタ BS 1 よりもウェハ側の対物レンズ OBL、ミラー M 1 を共通対物系と呼び、ビームスプリッタ BS 1 からミラー M 2、ビームスプリッタ BS 2、レンズ系 24、ミラー 25、及び指標板 26 までの系を FIA 受光系と呼び、レンズ系 27 からテレビカメラ 8 X、8 Y までの系を FIA 検出系と呼び、光ファイバー 16 A からビームスプリッタ BS 2 までの系をウェハ照明系と呼び、さらに光ファイバー 16 B からビームスプリッタ BS 2 までの系を指標照明系と呼ぶこととする。これら共通対物系、FIA 受光系、FIA 検出系、ウェハ照明系、指標照明系の日々を構成する各光学レンズは、いずれも同軸に配置される。

【0025】先に図 3 で説明したように、テレビカメラ 8 X、8 Y は小さな検出領域 PF 2 を観察するように高倍率に設定されたとき、指標板 26 上の指標パターンとウェハマーク（ML x、ML y）とを画像解析して x、y 両方向の各位置ずれを検出し、大きな領域 PF 1 を観察するように低倍率に設定されたときは、単に目視だけを目的とするのでテレビカメラ 8 X、8 Y のいずれか一方だけの画像信号を表示手段（CRT、液晶表示パネル等）に送って表示するようにしてもよい。

【0026】ここで指標板 26 上の指標パターンの配置例を図 6 を参照して説明する。指標板 26 は、透明ガラス板上にクロム層を蒸着してエッチングにより指標パターンを形成したものであり、図 6 中で斜線部、又は黒部で示した部分がクロム層による遮光部である。テレビカメラ 8 X、8 Y はそれぞれ X 方向、Y 方向に水平走査線が位置するように互いに 90° 回転した関係で配置されるので、撮像面が正方形でない限り、図 6 に示すようにテレビカメラ 8 X の撮像領域 PF 2 x と、テレビカメラ 8 Y の撮像領域 PF 2 y とは完全には一致しない。また図 6 中の大きな観察領域 PF 1 はテレビカメラ 8 X によるものである。さて、この指標板 26 上で、ウェハマークの X 方向の位置ずれ検出の基準は、X 方向の離れた 2ヶ所に形成された指標パターン部 RX 1、RX 2 であり、Y 方向の位置ずれ検出の基準は Y 方向に離れて形成された 2ヶ所の指標パターン部 RY 1、RY 2 である。

それぞれの指標パターン部 RX 1、RX 2、RY 1、RY 2 は、いずれも同じ形状、寸法であり、かつそこには同一形状の透明スリットパターンが形成されている。また大きな観察領域 PF 1 に切り替えたとき、LIA 系による照射領域 A1.x、A1.y の位置が指標板 26 上で認識できるように、ターゲットマーク Tx、Ty が設けられている。そして 4ヶ所の指標パターン部 RX 1、RX 2、RY 1、RY 2 の内側に、図 4 に示したウェハマー

11

クMLx、MLyの領域MLが位置するように、ウェハステージ11を位置決めしてから、テレビカメラ8X、8Yからの画像信号が解析される。

【0027】図7は指標パターンRX1、RX2、RY1、RY2の各拡大図であり、ウェハマークMLx、MLyの配置例をあわせて示すものである。図7において、X方向に水平走査線をもつテレビカメラ8Xは全水平走査線のうち特定部分のn本の走査線による領域KX内に位置する各パターン、マークに対して画像解析を行なう。走査線領域KX内の両側にはX方向用の指標パターン部RX1、RX2の夫々に形成された3本の透明スリットが、水平走査線と直交するように配置される。ウェハ上のマークMLx、MLyは図7に示すように、指標パターン部RX1、RX2の間に位置するように設定される。ここで走査領域KXはX方向用のものであるので、ウェハマークとしてはX方向にピッチを有するマークMLxが使われる。この際、Y方向にピッチを有するマークMLyも走査領域KX内に位置するが、このマークMLyに対応した画像信号波形は処理のときに無視される。同様に、Y方向に水平走査線をもつテレビカメラ8Yは、全走査線のうち特定部分のn本の走査線による走査領域KY内に位置する指標パターン部RY1、RY2の各透明スリットと、ウェハ上のマークMLyとを画像解析する。

【0028】尚、画像信号を解析するコンピュータは、各テレビカメラの解析に必要な走査線のスタート点と終了点との設定、解析すべき走査線の本数（最大n本）設定等を予め決定している。また走査領域KXのX方向の位置や、走査領域KYのY方向の位置は、ジョイスティック等によって表示画面をモニターしつつマニュアルにて変更することもできる。そのためには表示画面上に領域KX、KYの位置を表わすカーソル線、囲み枠線、範囲指定用の矢印状表示パターン等に応じたビデオ信号を作り出し、これを各テレビカメラ8X、8Yからの画像信号とミキシングして表示するのがよい。このとき、これらカーソル線、囲み枠線、矢印等はジョイスティック操作により表示画面内で任意の位置に移動する。

【0029】ところで、図5に示した系のうちのウェハ照明系でウェハを照明すると、そのままだと、ウェハ表面の反射率に依存した強度の反射光が指標パターン部RX1、RX2、RY1、RY2に達し、その反射光の一部が透明スリットを透過してテレビカメラ上でスリット像となる。このため指標パターン部の下のウェハ上に複雑なパターンがあつたり、反射率が極めて小さかつたりすると、指標パターン部内のスリット像のコントラストが低下し、画像信号に基づいた指標パターン（スリット）の位置計測精度が悪化することがある。

【0030】そこで図5に示したように、指標照明系（光ファイバー16B～ビームスプリッタBS2までの系）を設け、指標板26上の指標パターン部RX1、R

12

X2、RY1、RY2のみを別に照明するように、照明視野絞り板21B上の対応する位置に開口部（透明部）を設けるようにする。図8は絞り板21B上の透明部の配置を示し、透明部QX1は指標パターン部RX1のみを照明し、透明部QX2、QY1、QY2はそれぞれ指標パターン部RX2、RY1、RY2のみを照明する。このとき各透明部QX1、QX2、QY1、QY2はいずれも対応する指標パターン部の形状と相似であつて、かつ指標パターン部よりも若干小さい寸法になるように設定されている。

【0031】一方、ウェハ照明系内の照明視野絞り21Aは、図3、又は図6に示したように広い観察領域PF1の全体を照明する必要があるので、領域PF1に合わせた単純な矩形開口（透明部）をもつたものよい。しかしながら、指標パターン部RX1、RX2、RY1、RY2のスリット像のコントラストを一定にするために、ウェハ表面からの反射光が指標パターン部に達しないようにする必要があるときは、視野絞り21Aの透明部上に、図8の透明部QX1、QX2、QY1、QY2の各形状寸法とその配置とを同一にした遮光部を設けるとよい。すなわち図8の絞り板21Bと相補的な関係で遮光部と透明部とを形成した絞り板にすればよい。

【0032】図9は図7に示した状態で、走査領域KX、KY内の一本の走査線に対応してテレビカメラ8X、8Yが outputする画像信号の波形の一例を示し、図9(A)はテレビカメラ8Xの画像信号波形VFx、図9(B)はテレビカメラ8Yの画像信号波形VFyを示す。まずX方向検出用の走査領域KX内には図7のように各パターン、マークが位置するので、信号波形VFxには指標パターン部RX1内の3本の透明スリット像強度に対応した波形部分V₁₁、ウェハマークMLyの解析格子が並ぶ方向に関する像強度に対応した波形部分V₁₂、ウェハマークMLxの解析格子のピッチ方向に関する像強度に対応した波形部分V₁₃、及び指標パターン部RX2内の3本のスリット像強度に対応した波形部分V₂₁が時系列的に含まれる。同様に信号波形VFyには、指標パターン部RY2内の3本のスリット像に対応した波形部分V₂₂、ウェハマークMLyの解析格子のピッチ方向に関する像コントラストに対応した波形部分V₂₃、及び指標パターン部RY1内の3本のスリット像に対応した波形部分V₁₁が時系列的に含まれる。

【0033】尚、マークMLxのピッチ方向（X方向）に対応した波形部分V₁₁、マークMLyのピッチ方向（Y方向）に対応した波形部分V₁₂は、図9のように多数のボトム点をもつ繰り返し波形になるが、これは図10(A)に示すように各マークのピッチ方向に繰り返し並ぶ格子のエッジ位置で対物レンズOBIに戻らない反射光が発生し、図10(B)のようにボトム点になるためである。ただし、マークの格子のエッジ部の傾斜がなだらかだつたり、マークの格子を形成する材質の反射率

が下地とくらべて極端に低かったり、あるいは格子自体の線幅が小さかったりすると、図10 (C) のようにマークの格子位置でボトム点となることもある。原理的には、マーク格子の本数と同じ数のボトム点が得られているか、マーク格子本数の約2倍の数のボトム点が得られているかを波形処理上のアルゴリズムで判別するようすれば、マークMLx、MLyの形状、光学的な特徴に依存することなく信号波形処理が可能である。

【0034】次に図11を参照してLIA系の具体的な構成を説明する。LIA系はオフ・アクシス・アライメント系のミラーM1、対物レンズOB1及びビームスプリッタBS1からなる共通対物系を介して、対物レンズOB1の視野領域IF内に図3で示したようにレーザビームの交差照明領域ALx、ALyを形成するものである。その照明領域ALx、ALyに対してレーザビームを送光するために、直線偏光、又は円偏光のHe-Neのレーザ光源6を設け、このレーザ光源6からのビームLBをシャッター40を介してビームスプリッタBS8で2分割する。ビームスプリッタBS8を透過したビームは適宜折り返しミラーを介してヘテロダイン2光束化ユニット41Xに入射する。このユニット41X内には入射ビームをさらに2つに分割し、分割された2つのビームの大々を、互いに異なる周波数分だけシフトさせる2つの周波数シフター（音響光学変調器）と、各周波数シフターから出力される2本のビームを偏心合成する合成系とを含んでいる。その合成系によって合成された2本のビームは、図11に示すようにLB1x、LB2xとなって系の光軸と平行に進み、レンズ系42Xに入射する。2本のビームLB1x、LB2xはレンズ系42Xの後側焦点面で所定の角度で交差し、その後側焦点面に配置されたアバーチャ板43Xを一様に照射する。従ってアバーチャ板43X上には、2つのビームLB1x、LB2xの交差によって一次元の干渉縞が生成され、しかもヘテロダイン2光束化ユニット41X内の1対の周波数シフターのドライブ周波数が互いに異なることから、その周波数の差に応じた速度で、一次元の干渉縞はピッチ方向に流れている。

【0035】さてアバーチャ板43Xによって制限された2本のビームは、ビームスプリッタBS6で一部反射され、レンズ系44X、ビームスプリッタBS4、BS1を通じて対物レンズOB1に入射し、ウェハ上の照射領域ALxに達する。ここでアバーチャ板43Xに形成されるアバーチャは、対物レンズOB1の視野領域IFの中で、LIA系による照明領域ALxの位置と共になるように配置されている。

【0036】さて、LIA系による照明領域ALx内には、2本のビームLB1x、LB2xがX方向に関して対称的に傾いて入射しているので、ウェハ上でも一次元の干渉縞がX方向に流れている。このため照明領域ALx内にX方向アライメント用のウェハマークMLxが存

在したものとすると、マークMLxのピッチ寸法Pgと干渉縞のピッチ寸法Piとを所定の比（例えばPg/Pi=2）に設定すると、マークMLxから垂直方向に進む±1次回折光が発生する。その±1次回折光は例えばレーザビームLB1xの照射によって得られたものであり、-1次回折光はレーザビームLB2xの照射によって得られたものである。この2つの±1次回折光は偏向方向が同一なので互いに干渉するとともに、2つの周波数シフターによる周波数の差、すなわちビート周波数で周期的に干渉強度が変化している。そこでマークMLxから垂直に発生する±1次回折光を干渉ビート光と呼ぶ。この干渉ビート光はミラーM1、対物レンズOB1、ビームスプリッタBS1、BS4、レンズ系44Xを通じてビームスプリッタBS6に達し、ここで分割されて受光用アバーチャ板45Xに達する。受光用アバーチャ板45Xは、レンズ系44Xと対物レンズOB1との合成系に関してウェハと共に（結像関係）に配置され、ウェハ上の照明領域ALxからの反射光（干渉ビート光）のみを透過するような開口を有する。アバーチャ板45Xを通じた干渉ビート光はミラー46X、レンズ系47Xを介して光電センサー48Xに達する。この光電センサー48Xの受光面はレンズ系47Xによるフーリエ変換面と一致するように配置される。同時に光電センサー48Xの受光面は対物レンズOB1とレンズ系44Xとの間に存在する瞳面（絞り位置、又はウェハ面に對してフーリエ変換の関係にある面）とも共役になっている。

【0037】一方、Y方向用のLIA系は、レーザ光源6からのビームのうちビームスプリッタBS8で分割された他方のビームを入射して、互いに周波数が異なる2本のビームLB1y、LB2yを射出するヘテロダイン2光束化ユニット41Y、2本のビームLB1y、LB2yをそれぞれ平行光束にしてアバーチャ板43Y上で交差させるレンズ系42Y、送受光系を分割するビームスプリッタBS5、レンズ系44Y、受光用アバーチャ板45Y、ミラー46Y、フーリエ変換用のレンズ系47Y、及び光電センサー48Yで構成され、各部材の光学的な配置と機能はX方向用のLIA系と全く同一である。ただし、X方向用LIA系と異なる点は、ウェハ上で交差する2本のビームLB1y、LB2yをY方向に對称的に傾ける必要があることから、ヘテロダイン2光束化ユニット41YをX方向用LIA系のユニット41Xに対して90°回転させて配置すること、ウェハ上のY方向用のマークMLyを照明領域ALy内で検出するように、各アバーチャ板43Y、45Yの各開口を、ウェハ上の照明領域ALyと互いに共役な部分に設けることである。

【0038】ところでヘテロダイン方式の場合、マークから発生した干渉ビート光はビート周波数で正弦波状に強度変化し、光電センサー48X、48Yの各出力信号

が、正弦波状の交流信号（ビート周波数）となっているので、その出力信号のみからマークML x、ML yの位置を知ることはできない。そこで図11のようにビームスプリッタBS4の残りの一面側に、基準信号作成系を設ける。図11に示したビームスプリッタBS4のスプリット方向からも明らかなように、レンズ系44Xを通ってきた2本の送光ビームLB1x、LB1yはその一部（1/2）がビームスプリッタBS4を直進してレンズ系50に入射する。レンズ系50からの2本のビームLB1x、LB2xは、ミラー51、ビームスプリッタBS7を介して透過型回折格子板53X、53Yの夫々の上で交差し、そこに一次元に流れる干渉縞を作成する。その格子板53Xは、レンズ系50、44Xに関して送光用アーチャ板43Xと共に配置され、送光用アーチャ板43X上の開口部と対応した部分のみに透過型回折格子（マークMLxと相似）が形成されている。そこで格子板53X上の回折格子のピッチをX方向にして干渉縞の方向と一致させておくと、格子板53X上の格子からはビート周波数で振幅変調された干渉ビート光が発生し、それをフーリエ変換用のレンズ系54Xを介して光電センサー55Xで受光することによって、X方向用LIA系のための基準信号（ビート周波数の正弦波状の交流）が作られる。

【0039】尚、格子板53X上には、Y方向用のLIA系からの2本のビームLB1y、LB2yの一部が同時に交差していることになるが、格子板53上でビームLB1y、LB2yが交差する投射領域内は単なる遮光部（平面）なので、ただちにカットされてしまう。Y方向用LIA系の基準信号作成系も同様の部材で構成され、ビームスプリッタBS7を透過したビームLB1y、LB2yはY方向にピッチを有する透過型回折格子板53Y上の格子部分で交差し、その格子部分から発生する干渉ビート光がフーリエ変換用のレンズ系54Yを介して光電センサー55Yで受光される。ここでも格子板53Y上にはX方向用の2本のビームLB1x、LB2xが交差するが、その部分は単なる遮光部となっているため、ただちにカットされ、Y方向用の基準信号の作成にノイズとなることが防止される。

【0040】以上のLIA系の構成のうち、ヘテロダイン2光束化ユニット41X、41Yは、例えば特開平2-231504号公報に開示されたものがそのまま使える。図12（A）、（B）はLIA系のビーム送光路を模式的に示したものであり、部分的に部材の配置を変更したり、説明に不要な部材を省略したりしてある。図12（A）はアライメント系の光軸AXaとX軸とを含む面内での送光路を示し、図12（B）は光軸AXaとY軸とを含む面内での送光路を示す。まずY方向用のLIA系では、送光用アーチャ板43Yに2本のビーム（平行光束）LB1y、LB2yが図12（B）の紙面内で対称的に傾斜して入射する。このアーチャ板43

Yの矩形状開口を通った2本のビームLB1y、LB2yはレンズ系44Yを通って前面EPで集光（実際はビームウエストになる）した後、対物レンズOBLを介して再び2本の交差するビーム（平行光束）となってマークMLyを照明する。2本のビームLB1y、LB2yは図12（B）では前面EP上で光軸AXaをY方向にはさんだ対称的な位置にスポットとして一度集光される。しかしながら図12（A）の方向からみると、2本のビームLB1y、LB2yは前面EPの中央（光軸AXaが通る点）でスポットとなって集光しているように見える。この種の2光束干渉方式のアライメント系では、ウェハマークMLx、MLyの格子ピッチ方向、すなわち計測方向に関しては2本のビームを対称的に傾けるが、非計測方向（ピッチ方向と直交する方向）に関しては傾けない、すなわち対物レンズOBLとウェハとの間では光軸AXaと平行にしておくのである。このことから、図12（A）、（B）によれば、マークMLyから垂直に発生する干渉ビート光も平行光束となり、それは前面EP上の光軸AXaが通る点でスポットになって集光する。

【0041】同様にX方向用のLIA系では2本のビームLB1x、LB2xが平行光束となって所定の交差角で送光用アーチャ板43Xに入射する。このとき2本のビームLB1x、LB2xはマークMLxのピッチ方向に合わせて、図12（A）の紙面内で対称的に傾いている。従ってマークMLxから垂直に発生する干渉ビート光も対物レンズOBLまでは平行光束となって光軸AXaと平行に進み、前面EP上では光軸AXaの通る点でスポットになって集光する。

【0042】このため、マークMLy、MLxの夫々からの干渉ビート光を前面EPと共に光電センサー48Y、48Xで検出するときは、そのままでは両方の干渉ビート光が混在してしまうので、ウェハと共に面に受光用アーチャ板45Y、45Xを配置し、両方の干渉ビート光が像面内では分離していることを利用して逐一的に抽出するようにしたのである。

【0043】図13は、以上のようなFIA系、LIA系の各信号処理回路を模式的に示したもので、図1に示したアライメント制御ユニット内に設けられる。図13において、FIA系のテレビカメラ（CCD）8X、8Yはそれぞれ独立した駆動制御回路60X、60Yによってドライブされ、コンポジットビデオ信号を出力する。このビデオ信号はそれぞれ同期分離回路61X、61Yに入力し、水平同期信号HSと垂直同期信号VSとが抽出される。さらに同期分離回路61X、61Yの夫々から抽出されたビデオ信号はプログラマブル・ゲイン・コントロール回路（ゲインコントローラ）62X、62Yによって所定のゲインが与えられた後、アナログ・デジタル変換器とメモリ（V-RAM）とを含むデジタル波形記憶部63X、63Yに入力する。

17

【0044】一方、同期分離回路61X、61Yの夫々からの信号HS、VSはサンプリング・クロック生成回路64X、64Yに入力し、ここでデジタル波形記憶部63X、63Yに対するデジタル変換やメモリアクセス等のタイミング・クロックが生成される。このクロックは、例えばCCDの1本の水平走査期間中に得られるビデオ信号を1024画素相当分に分割するように定められ、記憶部63X、63Yには、撮像画面内でn本の水平走査線分のビデオ波形が取り込まれる。ここでは最大64本分のビデオ波形が記憶できるものとする。また1画面内でのビデオ波形の取り込み位置（水平走査線の垂直方向の位置）を指定するために、取り込み制御回路65が設けられ、ここでは信号HS、VSに基づいて取り込み開始点となる水平走査線がきたとき、生成回路64X、64Yの夫々にタイミング・クロックを記憶部63X、63Yへ出力するように指示する。その取り込み開始点の指定は主制御回路66から送られてくるが、オペレータによる目視設定、又はビデオ波形を解析した自動設定が可能である。

【0045】ところで、テレビカメラ8X、8Yからのコンポジットビデオ信号はビデオ・コントローラ67でミキシング（画面合成）され、テレビモニター（CRT）68にて表示される。このとき、画面表示上でどのようにミキシングするかは主制御回路66からの指示によって行なわれ、FIA系によるX方向マーク検出とY方向マーク検出とを同時にモニターするときは、テレビ画面を2分割し、分割された夫々に各方向のマーク検出時の画像を適当にトリミング、又はシフトして表示する。またテレビカメラ8X、8Yのいずれか一方の画像しか表示しないように切り替えることもできる。さらに取り込み制御回路65は主制御回路66から指定された取り込み開始点の位置情報に基づいて、テレビモニター68上にその位置を表わすカーソル線（又は矢印等）に対応したビデオ信号を作り、これをビデオ・コントローラ67に送出してCCDからのビデオ信号と合成する。

【0046】さて、デジタル波形記憶部63X、63Yの夫々に記憶された各ビデオ波形は高速波形処理用のプロセッサー69によって演算処理され、X方向に関するウェハマークMLxの指標パターン中心に対する位置ずれ量、Y方向に関するウェハマークMLyの指標パターン中心に対する位置ずれ量が求められる。これら位置ずれ量の情報は主制御回路66を介してアライメント処理制御部70に送られ、ウェハ上のショット位置と対応づけたアライメントデータとして使われる。またプロセッサー69は指標パターン中心の位置（水平走査方向の位置）を個別に演算により算出し、その結果を主制御回路66を介して取り込み制御回路65へ送る。これによって制御回路65は、テレビモニター68上でウェハマークMLx、又はMLyがアライメントされるべき中心位置に対応したカーソル線のビデオ信号を作り、ビデオ・

10

18

コントローラ67へ送出する。これはテレビモニター68を観察しながらウェハステージ11をマニュアルで微動させて、マークMLx、又はMLyを指標パターンに對してアライメントするときに便利である。もちろん指標板26上に指標パターン中心を表わす線やマーカーを付設しておいてもよいが、それらはマークMLx、MLyの上、又はその極近傍に配置しないと意味がなく、しかも信号波形処理範囲内に存在させてはならないことから、そのマーカーの配置には自ずと制約が生じる。

【0047】尚、アライメント処理制御部70は図1に示したステージ制御ユニット17へウェハステージ11の位置決め目標値を出力するが、これは、レーザ干渉計13にて計測されるステージ11の停止位置座標値を取り込み、ステージ11が停止した状態でFIA系にて計測された位置ずれ量とそのときのステージ停止位置座標値に基づいて演算によって求められる。

【0048】一方、LIA系の信号処理系は、X方向の基準信号を出力する光電センサー55Xと、ウェハマークMLxからの干渉ビート光の受光によって計測信号を出力する光電センサー48Xとの両信号を入力するデジタル波形記憶部71X、Y方向用の光電センサー55Yからの基準信号とウェハマークMLyからの干渉ビート光を受光する光電センサー48Yの計測信号とを入力するデジタル波形記憶部71Y、クロック作成回路72、及び高速波形処理用プロセッサー73とで構成される。波形記憶部71X、71Yは、それぞれ基準信号と計測信号とを個別にデジタル変換し、その波形（いずれも正弦波状）をメモリ（RAM）内に所定周期分だけ記憶する。波形記憶部71X、71Yでのデジタル波形サンプリングのタイミングは、クロック作成回路72からのパルスに応答して行なわれ、基準信号と計測信号とのサンプリングは全く同一のタイミングで行なわれる。ただし、X方向用の記憶部71XとY方向用の記憶部71Yとの間でのサンプリング開始は必ずしも一致している必要はない。そしてプロセッサー73は各記憶された基準信号波形と計測信号波形とをフーリエ積分を用いてベクトル演算し、両波形の位相差（±180°以内）を求める。LIA方式では、ウェハ上に生成された干涉縞のピッチP₁に対してウェハマークMLx、MLyのピッチP_gを2倍にした場合、算出された位相差±Δφはピッチ方向の位置ずれ量±ΔX（又は±ΔY）に對して $1 \cdot \Delta X / P_g = \Delta \phi / 180$ （又は $1 \cdot \Delta Y / P_g = \Delta \phi / 180$ ）の関係にある。

【0049】このことから、プロセッサー73は位相差±Δφを求めるにとどまらずに位置ずれ量ΔX、ΔYを算出して、それをアライメント処理制御部70へアライメントデータとして送出する。次に以上で説明したFIA系とLIA系の使い方について簡単に述べる。まず先の図5に示したように、FIA系の観察光学系の光路内にレーザカットフィルター29を配置して低倍状態にする

19

と、テレビカメラ8X（又は8Y）による観察領域は、図3、あるいは図6に示したPF1になる。このときLIA系からのビームが領域ALx、ALyの夫々を照射しているとすると、テレビモニター68上ではその領域ALx、ALyも明るく観察される。一般に、LIA系で用いるビームのウェハ上での照度は、FIA系による照明光の照度にくらべて格段に強いため、フィルター29を挿入しておくことで、テレビモニター68上、すなわちテレビカメラ8X、8Yの撮像面上ではハレーションを起すことなく良好なコントラストでLIA系のビーム照射領域ALx、ALyが広い領域PF1内で同一に観察できる。LIA系のレーザ光源6がHe-Neであるとすると、その照射領域ALx、ALyは赤色が強くなるので、テレビカメラ8X、8Y、テレビモニター68がいずれもカラーであるときは、モニター画面内で赤味が強くなつて観察される。

【0050】さらにLIA系のレーザ光源6からのビームは、図11に示すようにシャッター40によって遮へい可能となつてゐるので、FIA系によるマーク検出時あるいはマニュアルによる目視観察時等にウェハが長時間同一位置に滞在するような場合、シャッター40を閉じて強いレーザビームの照射によって領域ALx、ALy内のレジストが感光するのを防止する。He-Neレーザ等のような赤色光では、ウェハ上での照度が極めて小さければ、ほとんど問題はないが、照度が高くなつてくると、その赤色光に対する感度が完全に零でない限り、多かれ少なかれ時間とともに感光が進む。そこで図1に示したステージ制御ユニット17内にウェハステージ11が停止してからの時間を計時するタイマーを設け、さらにLIA系の照射領域ALx、ALyがステージ停止時にウェハ上に存在するときに、そのタイマーを起動させ、一定時間経過してもステージ11が移動しないときは、図11中のシャッター40を閉じるようにするといい。その場合、シャッター40の開放は次にウェハステージ11が移動した後に行なわれる。

【0051】また、FIA系によりマークを画像検出して自動アライメントする場合は、図5に示したフィルター29の代りに変倍光学系30を光路中に挿入して高倍率の観察系にすることで、テレビカメラ8X（又は8Y）の観察領域を図3、図6に示したような小さな領域PF2に切りかえる。この際、テレビカメラ8X、8YにはFIA系の光ファイバー16A、16Bからの照明光の広い波長帯域の全てを使った上質なマーク像が形成されるので、ビデオ信号を用いた画像処理は極めて良好に行なわれる。さらにテレビカメラ8X、8Yによる観察領域PF1内には、LIA系の照射領域ALx、ALyが存在しないため、画像処理系に何ら影響を与えない。またFIA系の観察領域をPF2にして、ウェハマークMLx、MLyの位置を図7に示した状態で計測した後、LIA系でそのウェハマークMLx、MLyを引

20

き続いて計測する場合は、ウェハステージ11をY方向にわずかに平行移動させて、LIA系の照射領域ALx、ALyの夫々の直下にマークMLx、MLyを位置決めすればよい。この場合、テレビカメラ8X、8Yによる小さな観察領域PF2内からはマークMLx、MLyが出てしまい、テレビモニター68上で観察できないといった不都合もある。そこで、FIA系の小さな観察領域PF2内でビデオ信号波形を取り込んで記憶部63X、63Yに記憶し終ると同時に、変倍光学系30とフィルター29とを切り替えるとともに、ウェハステージ11をY方向に移動させるとよい。このときのステージ11の移動量は多くても500μm前後である。またテレビカメラによってはレーザビームの強い照射領域ALx、ALyの像を一瞬でも受けると、撮像面に残像として焼き付くこともあるので、変倍光学系30を光路からはずすとき（低倍にするとき）は、直前にフィルター29が挿入されるような構成にするとよい。

【0052】また、LIA系のみを使ってマーク検出する場合は、変倍光学系30の代りにフィルター29を光路に挿入すれば、広い観察領域PF1内でLIA系のビーム照射領域ALx、ALyと、マークMLx、MLyとが同時に観察できる。この際、FIA系からの照明光がマークMLx、MLyを同時に照明しているため、LIA系の各光電センサー48X、49Yはそれによる反射光も受光することになる。ところがLIA系によりマークから得られる干渉ビート光は、一定のビート周波数（数KHz～数十KHz程度）で変調されていること、LIA系はその変調周期の位相情報をのみを検出する（すなわち信号の振幅に依存しない）方式であること、及びLIA系の照射領域ALx、ALy内のレーザビーム強度にくらべてFIA系の照明強度は格段に小さいこと等から、実質的にLIA系の検出誤差要因にはならない。

【0053】以上、本発明の実施例を説明したが、画像解析のための観察領域PF2とレーザアライメントのためのビーム照射領域ALy、ALxとは、必らずしも図3（又は図6）に示した配置関係である必要はなく、互いに分離している限り、大きな観察領域PF1内であればどこにあってもよい。またFIA系の指標パターン部RX1、RX2、RY1、RY2は図7に示したように光軸AXaの位置が対称点とならないようにわずかにずれて配置されているため、図7のようにマークMLyとMLxがX方向に並置されている場合以外に、図4（B）のようにY方向に並置されている場合でも同様に信号波形を検出することが可能である。

【0054】さらに図2、図5、図11の夫々に示したビームスプリッタBS1は振幅分割形としたが、波面分割形の偏光ビームスプリッタとし、LIA系からの送光ビーム（図11中のビームスプリッタBS4からBS1へ送出されるビーム）とFIA系からの照明光（図5中のミラーM2からビームスプリッタBS1へ送出される

21

光)との偏向方向を互いに相補的にしておくと、各アライメント系の光量の利用効率が上がる。

【0055】図11に示したLIA系では、X方向用の2本のビームを作成するヘテロダイン2光束化ユニット41X内の周波数シフターと、Y方向用の2光束化ユニット41Y内の周波数シフターとは、いずれも同一のドライブ周波数、すなわち、ビームLB1xとビームLB1yの周波数は同一、ビームLB2xとビームLB2yの周波数は同一としたが、それら4本のビームの周波数を全て異ならせ、さらにX方向で得られるビート周波数とY方向で得られるビーム周波数とを整数倍の関係ないように設定するとよい。このようにすると、X方向用のマークMLxからの干渉ビート光に、Y方向用の送光ビーム、又は干渉ビート光が混入しても、信号処理(フーリエ積分等)の段階ではほぼ完全に分離できる。一例として、元々のビームLBの周波数を f_0 としたとき、ビームLB1xを $f_0 + 80.0\text{ MHz}$ 、ビームLB2xを $f_0 + 80.23\text{ MHz}$ にしてX方向のビート周波数を23KHzにし、ビームLB1yを $f_0 + 90.0\text{ MHz}$ 、ビームLB2yを $f_0 + 90.47\text{ MHz}$ にしてY方向のビート周波数を47KHzにするとよい。

【0056】ところで、図5に示したFIA系ではウェハ照明系からの照明光と指標照明系からの照明光とは同一の波長帯域をもつものとしたが、指標照明系の光ファイバー16Bからの照明光は、テレビカメラまでの結像光学系(27、30、31)が色消しによって収差補正されている範囲内であれば、ことさら同一にする必要はない。また共通対物光学系の対物レンズOBLと結像レンズ系24の合成系も、ウェハへの照明光の波長帯域に合わせて色消しされていることが必要である。

【0057】さらにウェハへの照明光の強度と指標板への照明光の強度とは、独立に調節可能にしておき、テレビカメラ8X、8Yで撮像された画像信号の波形をテレビモニター68に表示する等して確認した上で、双方の照明強度比を調節するとよい。またこのとき、図13中のゲイン・コントローラ62X、62Yのゲインをそれに応じて最適になるように設定してもよい。

【0058】

【発明の効果】以上本発明によれば、アライメント用の対物光学系の視野内で、互いに検出方式の異なる2つのアライメント系の検出範囲が互いに分離するようにしたので、対象物上のマークパターンを検出する際、それら2つの検出範囲の間で対象物を移動させるだけで2つの

22

異なるアライメント系を交互に使うことができる。このため高速にマーク検出、位置ずれ計測が可能となる。また実施例のように画像検出方式を一方のアライメント系に組み込んだ場合は、画像観察系による観察視野を、対物光学系の視野内で大きな領域と小さな領域とに切り替えられるようにし、小さな領域では画像信号を用いたオート・アライメント及び観察を可能にするとともに、他方のアライメント系の検出範囲が小さな領域の外に位置するように設定し、大きな領域では他方のアライメント系によるマークパターンの検出動作の観察及び画像アライメント系の目視アライメントを可能にしたので、効率よくアライメント時のマーク観察を行なえるといった効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の投影露光装置の構成を示す図

【図2】本発明の実施例によるアライメント装置の概略的な構成を示す斜視図

【図3】対物光学系の視野領域と各アライメントセンサーの検出範囲とを示す平面図

【図4】ウェハ上のマーク配置とマーク構造とを示す平面図

【図5】FIA系の構成を示す斜視図

【図6】FIA系の指標パターンの配置を示す平面図

【図7】指標パターンとウェハマークとの配置例を示す平面図

【図8】指標照明系の絞り板の構成を示す平面図

【図9】FIA系によって検出される画像信号の波形を示す図

【図10】画像信号の波形とマーク断面の関係を示す図

【図11】LIA系の構成を示す斜視図

【図12】LIA系の送光系を模式的に示す図

【図13】FIA系、LIA系の各信号処理回路の構成を示すブロック図

【主要部分の符号の説明】

OBL 対物レンズ

LIA レーザ・インターフェロメトリック・アライメント系

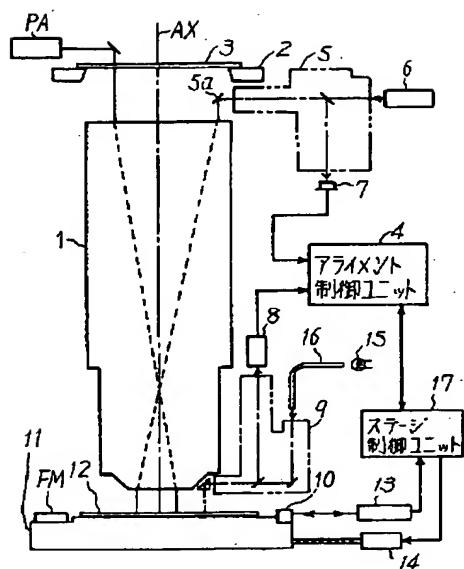
MLx、MLy 回折格子状マーク

PF1 FIA系の低倍時の観察領域

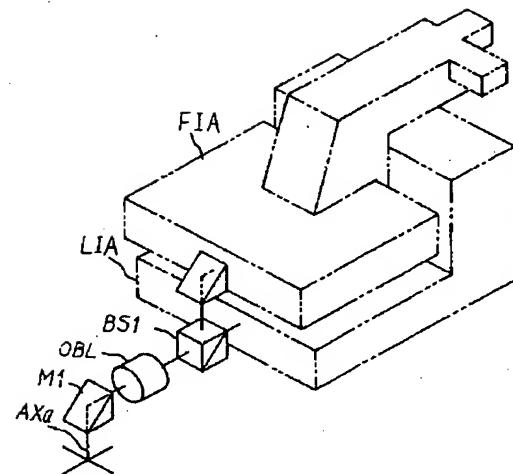
PF2 FIA系の高倍時の観察領域

ALx、ALy LIA系のビーム照射領域

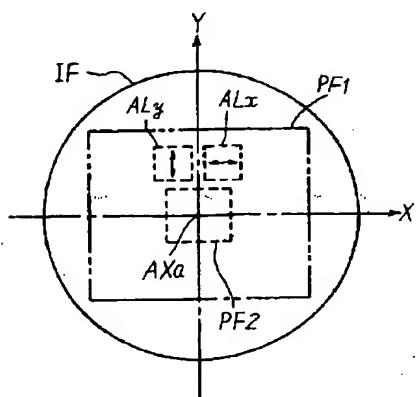
〔四〕



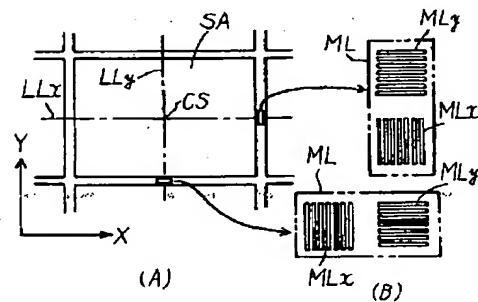
[図2]



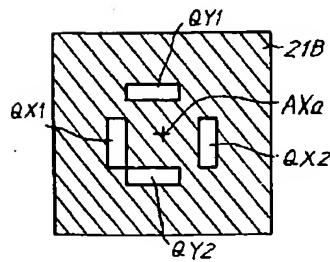
[図3]



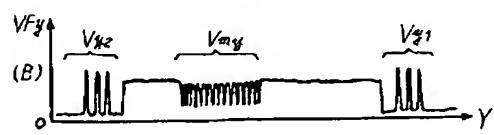
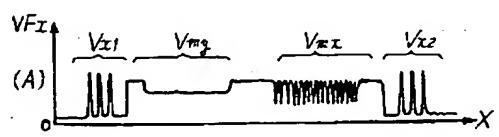
〔四〕



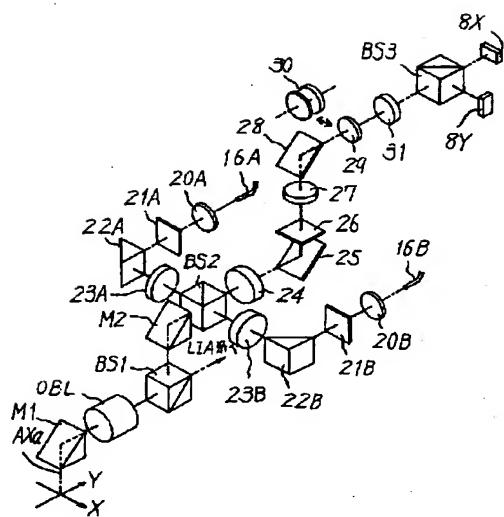
〔图8〕



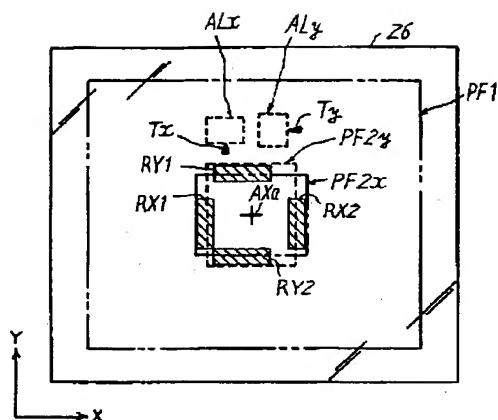
[図9]



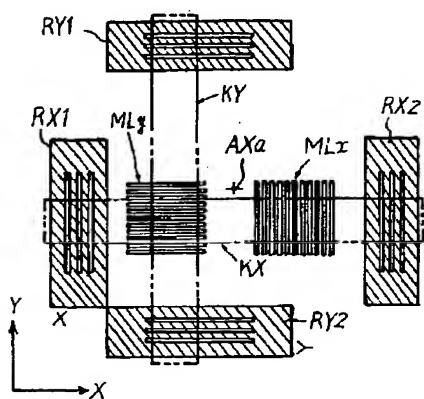
【図5】



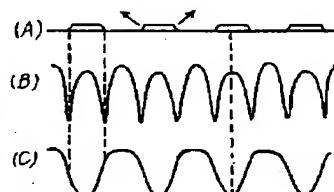
【図6】



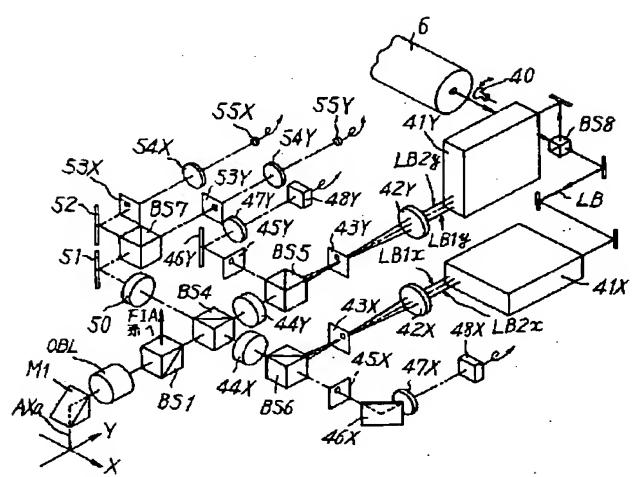
【図7】



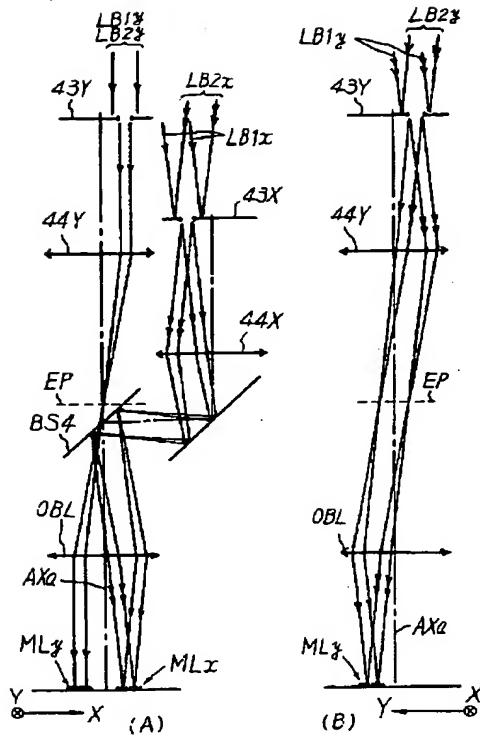
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

